

TFT-LCD发粉不良改善及机理分析

汪栋, 万冀豫, 王丹, 郭瑞花, 占红明, 陈希, 邵喜斌

引用本文:

汪栋, 万冀豫, 王丹, 等. TFT-LCD发粉不良改善及机理分析[J]. 液晶与显示, 2021, 36(9): 1264–1272.

WANG Dong, WANG Ji-yu, WANG Dan, et al. Improvement and mechanism analysis of TFT-LCD pink Mura[J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2021, 36(9): 1264–1272.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.37188/CJLCD.2021-0080>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

TFT-LCD光致发绿不良改善、机理分析及研究

Improvement, mechanism analysis and research of TFT-LCD light-caused green Mura

液晶与显示. 2019, 34(1): 1–6 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20193401.0001>

TFT-LCD一种绿Mura机理分析和改善

Mechanism analysis and improvement of TFT-LCD green Mura

液晶与显示. 2021, 36(8): 1136–1143 <https://doi.org/10.37188/CJLCD.2020-0337>

TFT-LCD边缘暗带不良机理研究与改善

Mechanism research and improvement of edge dark band of TFT-LCD

液晶与显示. 2020, 35(11): 1134–1141 <https://doi.org/10.37188/YJYXS20203511.1134>

PCI结构TFT-LCD产品竖Mura不良机理分析及改善研究

Research and improvement of vertical Mura on TFT-LCD with double notched PCI structure

液晶与显示. 2018, 33(5): 397–404 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20183305.0397>

高温竖向串扰发生机理的定量研究

Quantitative study on the mechanism of high temperature vertical crosstalks

液晶与显示. 2021, 36(8): 1128–1135 <https://doi.org/10.37188/CJLCD.2021-0021>

文章编号:1007-2780(2021)09-1264-09

TFT-LCD 发粉不良改善及机理分析

汪 栋*, 万冀豫, 王 丹, 郭瑞花, 占红明, 陈 希, 邵喜斌

(北京京东方显示技术有限公司, 北京 100176)

摘要:广色域、低功耗 TFT-LCD 在高温高湿运行测试时容易发生周边发粉不良,严重影响器件的视觉效果。本文研究了不同成分的绿色色阻、有源层与平坦层材料制成的微型液晶盒与 TFT-LCD 在光照、高温与高湿环境中的透过率变化情况,以及周边发粉的起始时间,明确发粉不良的根本原因为绿色色阻中的非金属配合物分子结构的 Y 颜料,且不良程度与产品边框、有源层与平坦层材料吸水率相关。通过使用高疏水性、高硬化度的绿色色阻材料与低吸水性率的平坦层材料,在不损失 TFT-LCD 透过率的前提下,有效改善了 TFT-LCD 发粉不良,实现 a-Si 产品高温高湿运行测试(THO)运行 1 000 h 以上,a-IGZO 产品运行 500 h 以上不产生发粉不良,并建立 TFT-LCD 显色核心的 RGB 色阻材料的成分管理基准,搭建发粉不良的生产线与实验室评价体系。

关键词:薄膜晶体管液晶显示器;发粉不良;绿色色阻材料;颜料;荧光共振能量转移

中图分类号: TN873.93 **文献标识码:** A **doi:** 10.37188/CJLCD.2021-0080

Improvement and mechanism analysis of TFT-LCD pink Mura

WANG Dong*, WANG Ji-yu, WANG Dan, GUO Rui-hua,

ZHAN Hong-ming, CHEN Xi, SHAO Xi-bin

(Beijing BOE Display Technology Co., Ltd., Beijing 100176, China)

Abstract: Wide color gamut and low power TFT-LCD are prone to peripheral powdering during high temperature and high humidity operation test, which seriously affects the visual effect. In this paper, the transmittance deviation of the Mini Cell and the starting time of pink Mura of the TFT-LCD samples with different green color resin, active layer and flat layer during the high light, temperature and humidity environment are studied. Experimental results indicate that the root cause of pink Mura is Y pigment with non-metallic complex molecular structure in green color resin, and the Mura degree is also related to the TFT-LCD's frame and the water absorption of active layer and flat layer. Based on the no loss of material transmittance, the water vapor penetration into the effective display area of TFT-LCD is effectively reduced by using the green color resin with high hydrophobicity and high hardness and the flat layer with low water absorption, then improve the pink Mura of TFT-LCD to 1 000 h and 500 h for a-Si and a-IGZO TFT-LCD, respectively. Through the pink Mura improvement

收稿日期:2021-03-31;修订日期:2021-04-28.

* 通信联系人, E-mail: Wangong_dt@boe.com.cn

and mechanism analysis, the RGB color resin component management standard and the Fab./Lab. evaluation system of the pink Mura are established.

Key words: TFT-LCD; pink Mura; green color resin; pigment; Förster resonance energy transfer

1 引言

薄膜晶体管液晶显示器(TFT-LCD)是目前平面显示器的主流。TFT-LCD 包括背光源、偏光片、驱动电路、阵列基板、彩色滤光片基板、液晶层等结构,其中彩色滤光片具有使成像图像彩色化的功能。现在对显示器件的要求越来越高,超高清、高刷新率、广色域、低功耗、窄边框等产品的需求日益强烈。作为彩色滤光片中显色核心的彩色色阻材料,其在着色力、透过率、信赖性等方面也在持续优化中。色阻在其开发与生产过程中,难免会出现一些不良,有些为常见不良,但还有一些不良是需要在特定条件下激发产生^[1-2],比如本文中的发粉不良(Pink Mura)。

所谓的“发粉不良”,是指 TFT-LCD 模组在高温高湿环境中,持续点屏一段时间后,产品周边位置出现发粉现象,发粉区域约 5~10 mm,且随点屏时间延长向产品中间区域蔓延。微观分析显示,周边发粉区域的绿光透过率较高温高湿测试前低约 5%,而红光与蓝光基本无变化,从而导致白点坐标偏向粉色区域,引发产品周边发粉。

本文设计了 8 种不同成分的绿色色阻材料,一方面,在实验室制成微型液晶盒(Mini Cell),测试其在高温、高湿、光照与氧气隔离等环境中的色度与透过率变化;另一方面,搭配不同尺寸,不同有源层与平坦层,通过液晶面板生产线制成 TFT-LCD,测试其在高温、高湿环境中的周边发粉情况,以研究 TFT-LCD 发粉不良的诱发原因与根本原因,并建立改善方法与机理分析。

2 样品制作与测试

2.1 绿色色阻材料

色阻材料一般由颜料、分散剂、聚合物、单体、光引发剂、表面活性剂与添加剂等成分组成,其中颜料为色阻材料的显色核心成分^[3]。本文设计了 8 种成分的绿色色阻材料 A、B、C、D、E、F、G、H,其详细成分如表 1 所示,聚合物、单体和光引发剂完全相同,颜料以及匹配颜料的分散剂存在差异,其中 A、B、C 为单色颜料组成的色阻材料,D、E、F、G、H 为混色颜料组成的材料。以材料 D 为参比材料,E、F、G 变更 Y 颜料,H 变更 G 颜料。

表 1 绿色色阻材料成分

Tab.1 Constituent of green color resin

材料成分		单色 颜料			混色 颜料				
		A	B	C	D	E	F	G	H
颜 料	G	G58			G58	G58	G58	G58	G59
	Y		Y150	Y231	Y231	Y150	Y138	Y129	Y231
分散剂	DD	√			√	√	√	√	√
	DX		√	√	√	√	√	√	√
	DZ			√	√		√		√

2.2 测试条件及方法

本文依托上述 8 种不同成分的绿色色阻材料,一方面,在实验室制成 Mini Cell,测试其在高温、高湿、光照与氧气隔离等环境中的色度与透

率变化;另一方面,搭配不同尺寸,不同有源层与平坦层,通过液晶面板生产线制成 TFT-LCD,测试其在高温、高湿环境中的周边发粉情况。

2.2.1 Mini Cell 色度与透过率测试

Mini Cell 制作时,首先在玻璃正面通过旋转涂布、曝光、显影、烘烤等工序先后制作绿色色阻膜层与平坦层,随后通过封框胶将盖玻片覆盖至平坦层表面,确保绿色色阻膜层处于密封的环境,形成 Mini Cell,如图 1 所示。随后将 Mini Cell 固定放置于背光源上方并开启背光源,随后在温度 60 ℃、不同湿度与光照的实验箱中放置 72 h,并

测试其色度与透过率,如表 2 所示。

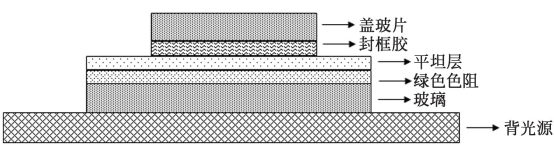


图 1 Mini Cell 测试示意图
Fig.1 Diagram of Mini Cell test

表 2 Mini Cell 材料与测试环境
Tab.2 Material and test environment of Mini Cell

样品	绿色色阻	湿度/%	光照
M1	A	90	✓
M2	B	90	✓
M3	C	90	✓
M4	D	90	✓
M5	E	90	✓
M6	F	90	✓
M7	G	90	✓
M8	H	90	✓
M9	H	90	×
M10	H	×	✓

2.2.2 TFT-LCD 周边发粉测试

依托上述不同成分的绿色色阻材料,搭配不同的有源层与平坦层,通过液晶面板生产线制成不同尺寸的 TFT-LCD 模组。随后将上述模组点

屏并放置于 60 ℃×90% RH、60 ℃两种高温高湿实验箱中,记录产品出现周边发粉的起始时间,如表 3 所示。

表 3 TFT-LCD 材料与测试环境
Tab.3 Material and test environment of TFT-LCD

样品	尺寸/cm	绿色色阻	有源层	平坦层	测试环境
T1	68.58(27 in)	D	a-Si	OC1	60 ℃×90%RH
T2	39.68(15.6 in)	D	a-Si	OC1	60 ℃×90%RH
T3	39.68(15.6 in)	E	a-Si	OC1	60 ℃×90%RH
T4	33.78(13.3 in)	H	a-Si	OC1	60 ℃×90%RH
T5	35.56(14 in)	H	a-IGZO	OC1	60 ℃×90%RH
T6	35.56(14 in)	H	a-IGZO	OC2	60 ℃×90%RH
T7	35.56(14 in)	H	a-IGZO	OC1	60 ℃

3 测试结果及分析

3.1 单色颜料 Mini Cell 测试结果

上述 M1~M4 样品在高温高湿测试前后的透过谱如图 2 所示。其中 M1 使用单色 G58 颜料,测试后样品透过率明显降低;M2、M3 分别使用单色 Y150、Y231 颜料,测试后样品透过率基本不变;M4 使用 G58 与 Y231 混色颜料,测试后透过率明显降低,与 M1 结果类似,推测 G 颜料是导致绿色色阻材料绿光透过率降低的主要因素。

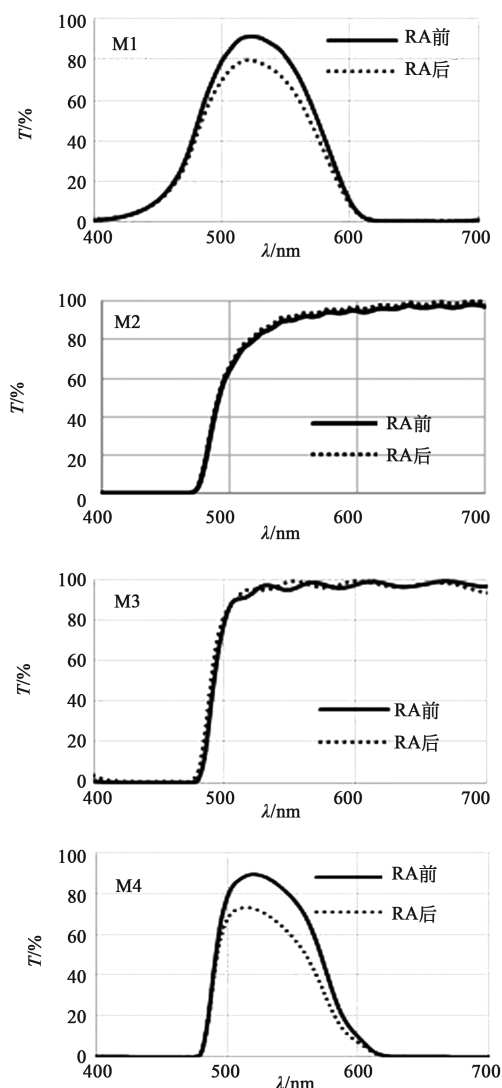


图2 M1、M2、M3 与 M4 样品测试前后的透过谱。

Fig.2 Transmission spectra of M1, M2, M3 and M4 sample before and after test.

3.2 混色颜料 Mini Cell 测试结果

上述 M4~M10 样品高温高湿测试前后的色度与透过率变化如表 4 所示。比较 M4~M8 样品测试前后的透过率变化,其中 M4、M6 与 M8 基本相当,且明显大于其他样品,确定 G58 与 G59 等 G 颜料对测试结果的影响较小,而不同的 Y 颜料测试结果差异较大,其中 Y231 与 Y138 明显大于 Y150 与 Y129。比较 M8~M10 样品测试前后的透过率变化,在无光照或者无湿度的测试环境中,样品的透过率变化明显降低,推测使用 Y231 与 Y138 等 Y 颜料的绿色色阻材料在高温高湿与光照的环境中,容易发生绿光透过率降低的问题。

表 4 M4~M10 样品测试前后的色度与透过率变化

Tab.4 Deviation of color and transmission of M4~M10 samples before and after test

样品	ΔG_x	ΔG_y	ΔG_Y
M4	0.006 8	0.000 3	3.24
M5	0.000 2	0.000 4	0.19
M6	0.007 2	0.001 1	3.72
M7	0.001 4	0.001 1	1.21
M8	0.004 4	0.001 5	3.33
M9	0.001 0	0.000 8	0.25
M10	0.001 0	0.002 0	0.50

3.3 TFT-LCD 测试结果

为了进一步研究绿色色阻材料的成分与测试环境对 TFT-LCD 发粉不良的影响,表 3 中不同尺寸与材料的 TFT-LCD 样品在不同测试环境下周边发粉的起始时间如图 3 所示。除 T3 外,其他样品都发生此不良,与上述混色颜料 Mini Cell 的测试结果基本一致,推测 Y231 颜料是导致 TFT-LCD 发粉不良的根本原因,而 Y150 颜料则无此问题。样品 T6 与 T7 的尺寸与材料完全相同,仅 T7 的测试环境中湿度较低,其发生周边发粉的起始时间明显延长,推测水汽是 TFT-LCD 发粉不良的诱发原因。比较样品 T1 与 T2,在相同材料与测试环境下,TFT-LCD 的尺寸越小,发生周边发粉的起始时间越短,推测尺寸较小产品的边框变窄,水汽容易渗透至有效显示区域。比

较样品 T4 与 T5, 当有源层由 a-Si 调整为 a-IGZO 时, 发生周边发粉的起始时间缩短, 推测此差异来源于两种 TFT-LCD 产品阵列(Array)侧的膜层结构差异; 以高级超维开关显示模式(Advanced Super Dimension Switching, ADS)的 TFT-LCD 为例, a-Si 产品的阵列膜层包括栅极(Mo、Al、Cu 等)、栅极绝缘层(SiN)、有源层(a-Si)、信号电极(Mo、Al、Cu 等)、共通电极(ITO)、绝缘层(SiN)、像素电极(ITO)等, 而 a-IGZO 产品在 a-Si 产品基础上, 将有源层由 a-Si 变更为 a-IGZO, 栅极绝缘层由 SiN 变更为 SiN/SiO 复合层, 同时信号电极上方增加有机膜以降低耦合电容。由于 SiO 与有机膜都为吸水率较高的膜层, 但 TFT-LCD 置于高温高湿环境中, 水汽从产品边缘逐步渗透至显示区域, 其中 a-IGZO 产品水汽的渗透速度明显快于 a-Si 产品^[4-5], 表 3 与图 3 的结果也进一步证实此推论。另外, 比较不同平坦层材料制成的样品 T5 与 T6, 其中 T6 使用的平坦层吸水率较高, 导致样品发生周边发粉的起始时间缩短。

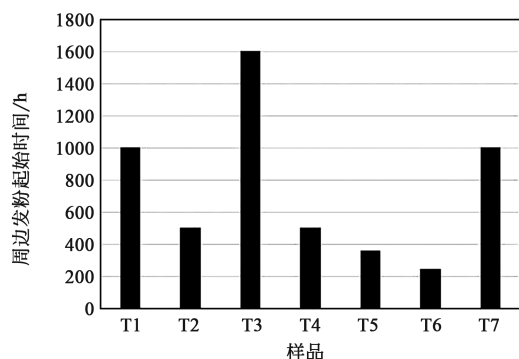


图 3 不同 TFT-LCD 在高温高湿测试时周边发粉起始时间

Fig.3 Occur time of TFT-LCD pink Mura during high temperature and humidity test

依托上述不同材料制成的 Mini Cell 与 TFT-LCD, 通过测试不同环境下的透过率变化与周边发粉情况, 初步判定 TFT-LCD 发粉不良源于绿色色阻材料的透过率降低; 此材料中的 Y231、Y138 等 Y 颜料是发粉不良的根本原因, Y150、Y129 等 Y 颜料无此不良。光照、高温与高湿是发粉不良的诱发原因, TFT-LCD 的吸水率越高, 发粉不良越容易发生。

4 机理分析

4.1 绿色色阻材料中的 G 颜料特性

绿色色阻材料的颜料一般由 G 颜料与 Y 颜料共同组成, 其中 G 颜料一般为酞菁的金属络合物, 如图 4 所示。该络合物的分子结构骨架中心金属 M 一般为铜(Cu)或锌(Zn)金属, 最外侧连接为氯(Cl)或者溴(Br)原子, 通过 Cl 与 Br 的原子数量进行色域、透过率与对比度调整^[6-7]。金属酞菁具有共轭结构, 周边的芳香环不仅有电子给体的特性, 还有电子受体的特性, 具备一定的半导体性能。光照情况下, 酞菁 G 颜料容易从基态跃迁至激发态。激发态的 G 颜料容易在水汽作用下形成 G 颜料水合物分子^[8-10], 如图 5 所示。相对于初始状态的 G 颜料分子, 其水合物分子能级结构中增加了 1 个 HOMO-LUMO 能级, 如图 6 所示。通过光学模拟与实测, 增加的能级导致 G 颜料在波长 600 nm 处增加了 1 个吸收峰, 进而导致其绿光透过率降低, 如图 7 所示。

结合图 2 所示的实验室 Mini Cell 透过率测试结果, 以及图 4~图 7 所示的 G 颜料分子结构、能

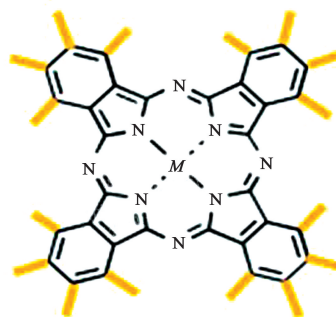


图 4 G 颜料分子结构示意图

Fig.4 Molecular structure of G pigment

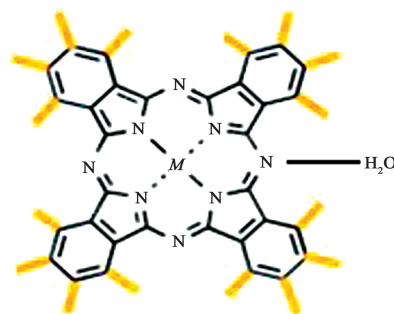


图 5 G 颜料水合物分子结构示意图

Fig.5 Molecular structure of G pigment hydrate

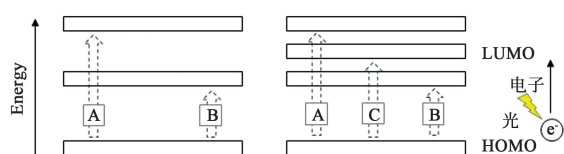


图6 G 颜料与颜料水合物分子能级结构示意图

Fig.6 Molecular energy level structure of G pigment and pigment hydrate

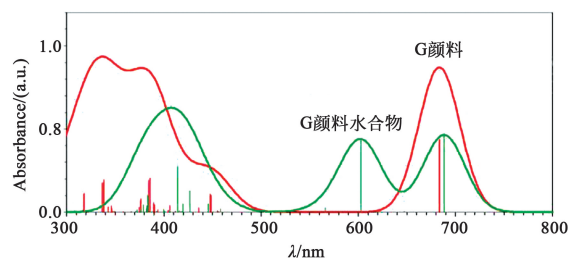


图7 G 颜料与颜料水合物分子吸收光谱

Fig. 7 Absorption spectra of G pigment and pigment hydrate

级结构与吸收谱变化,确定 TFT-LCD 发粉不良源于高温、高湿、光照后绿色色阻材料的透过率降低,而材料透过率降低则源于 G 颜料受光照刺激跃迁至激发态后与水反应形成 G 颜料水合物。

4.2 G 颜料与 Y 颜料的反应特性

绿色色阻材料的颜料一般由 G 颜料与 Y 颜料共同组成。当 G 颜料搭配不同类型的 Y 颜料时,Mini-cell 透过率变化与 TFT-LCD 周边发粉的起始时间不同,如表 4 与图 3 所示。其中 Y231 与 Y138 颜料对应的透过率降低幅度较大,周边发粉的起始时间较短,而 Y150 与 Y129 颜料则结果相反。通过研究两类 Y 颜料的分子结构,发现 Y231 与 Y138 分子都为非金属配合物结构,而

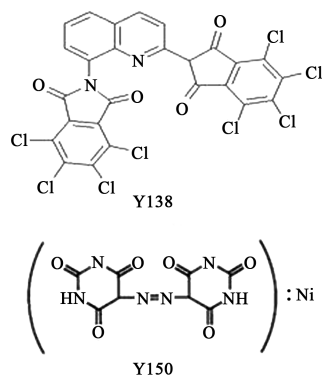


图8 Y138 与 Y150 颜料分子结构示意图

Fig.8 Molecular structure of Y138 and Y150 pigment

Y150 与 Y129 分子都为金属配合物结构^[7],如图 8 所示。

根据文献[10-13]记载,当两个荧光分子的荧光光谱相互重叠,且分子间距离在 10 nm 以下时,供体分子的激发能诱发受体分子发出荧光,同时供体分子自身的荧光强度衰减,即发生 FRET(荧光共振能量转移),如图 9 所示。FRET 程度与供体/受体分子间的空间距离紧密相关,一般 7~10 nm 时即可发生 FRET,且分子间距离越近,发生 FRET 越严重。

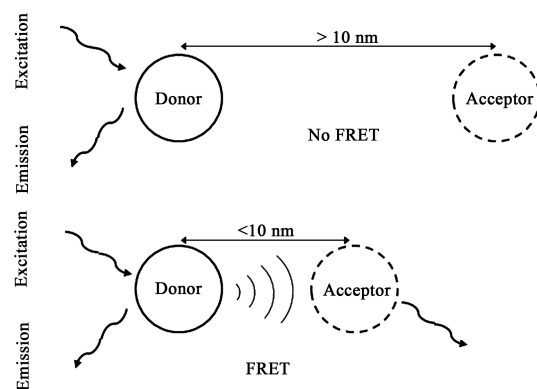


图9 荧光共振能量转移示意图

Fig.9 Diagram of FRET (Förster resonance energy transfer)

Y150、Y129 等金属配合物分子结构的颜料,一般具备激发态猝灭功能^[14],即当 G 颜料分子与 Y 颜料分子之间的距离足够小时,两者之间容易发生 FRET。在光照作用下,绿色色阻材料中的 G 颜料跃迁至激发态,而金属配合物分子结构的 Y 颜料可以吸收 G 颜料激发态的能量,使其回复至基态,从而无法与水汽反应形成 G 颜料水合物。而 Y138、Y231 等非金属配合物分子结构的 Y 颜料则无法与 G 颜料激发态发生 FRET,从而导致 G 颜料水合物的形成,进而降低绿色色阻材料的透过率,最终引发 TFT-LCD 周边发粉。如图 10 所示。

基于上述分析,明确 TFT-LCD 发粉不良的机理:绿色色阻材料的颜料一般由 G 颜料与 Y 颜料共同组成,光照环境中酞菁 G 颜料容易跃迁至激发态,当 Y 颜料为非金属配合物分子结构时,无法通过 FRET 转移 G 激发态的能量,从而导致 G 激发态与水汽反应形成 G 颜料水合物,使其在波长 600 nm 处增加了 1 个吸收峰,降低绿色色

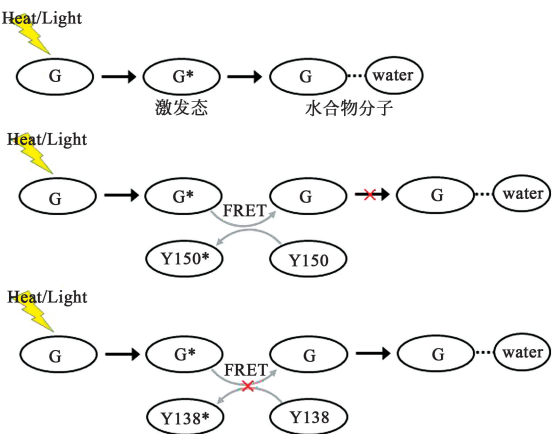


图 10 G 颜料分子与 Y 颜料分子反应示意图
Fig.10 Diagram of reaction between G and Y pigment

阻材料的透过率,引发 TFT-LCD 周边发粉。当产品边框较窄,或使用高吸水率的辅助膜层材料时,水汽渗透至有效显示区域的难度降低,不良越容易发生。

5 改善方向与验证结果

基于上述 TFT-LCD 发粉不良机理分析,从增强 FRET、切断 G 颜料水合物形成条件等方向进行改善。

5.1 使用金属配合物分子结构的 Y 颜料

当绿色色阻材料中的 Y 颜料为金属配合物时,如 Y150、Y129 等,可以与 G 激发态颜料分子发生 FRET,使 G 激发态能量转移后回复至基态,从而无法与水汽反应形成 G 颜料水合物。如

表 4 与图 3 所示,通过实验室 Mini Cell 与生产线 TFT-LCD 测试,可有效改善绿色色阻膜层的透过率降低幅度,延长 TFT-LCD 周边发粉的起始时间。通过上述方案,可以实现 a-Si TFT-LCD 产品高温高湿运行测试(THO)1 000 h 以上,a-IGZO TFT-LCD 产品 500 h 以上不产生发粉不良。相对于 Y231、Y138 等非金属配合物分子结构的 Y 颜料,Y150、Y129 等金属配合物分子结构的 Y 颜料会导致绿色色阻材料的初始透过率降低约 5%,虽然可彻底改善 TFT-LCD 发粉不良,但不利于 TFT-LCD 透过率提升与功耗降低,因此不作为主要改善方案。

5.2 绿色色阻材料中增加金属配合物分子结构的添加剂

与 5.1 方案的原理类似,通过在绿色色阻材料中增加金属配合物类型的添加剂成分,使其与 G 激发态颜料分子发生 FRET,使 G 激发态能量转移后回复至基态,从而无法与水汽反应形成 G 颜料水合物。针对不同添加剂含量的绿色色阻材料,依托图 1 所示的实验室 Mini Cell 测试,其起初透过率与高温高湿环境下的透过率变化如表 5 所示。随着添加剂含量增多,绿色色阻材料在高温高湿环境下的透过率变化降低,但此材料的初始透过率也随之降低。以样品 S4 为例,虽然高温高湿环境下的透过率变化与参比样品 S1 相当,但绿色色阻材料的光透过率较样品 S2 降低约 2.5%,因此也不作为目前的主要改善方案,后续持续研究其他类型的添加剂,在不影响绿色色阻材料初始透过率的前提下降低高温高湿环境下的透过率变化。

表 5 不同添加剂含量的绿色色阻材料的透过率与高温高湿测试后的透过率变化
Tab.5 Transmission and transmission deviation of green resin with different content of additive before and after high temperature and humidity test

样品	G 颜料	Y 颜料	添加剂含量/%	G_Y	$\Delta G_Y/\%$
S1	G58	Y150	0	100	8
S2	G58	Y231	0	105	23
S3	G58	Y231	50	103.5	13
S4	G58	Y231	100	102.5	8
S5	G58	Y231	150	101.5	5

5.3 增强绿色色阻材料与平坦层的疏水性与硬化度

形成 G 颜料水合物的前提条件为光照、高温与高湿环境,G 颜料激发态与水汽反应形成 G 颜料水合物,从而降低绿色色阻材料的透过率,因此检讨隔绝水汽进入材料的改善方向。一方面,通过在绿色色阻材料中增加疏水性单体与分散剂,以及高交联强度的树脂,提升材料的疏水性与硬化度^[15-16];另一方面,使用低吸水率的平坦层。

通过上述两种材料方案,可以有效降低水汽渗透至绿色色阻膜层,从而降低 TFT-LCD 发粉不良风险,且保持绿色色阻材料的透过率无损失。表 6 所示为此种材料对应的 Mini Cell 测试前后的透过率变化,以及对应的 TFT-LCD 周边发粉的起始时间。通过上述方案,在确保绿色色阻材料透过率无损失的前提下,可以实现 a-Si TFT-LCD 产品 THO 运行 1 000 h 以上,a-IGZO TFT-LCD 产品 500 h 以上。

表 6 低吸水、高硬化度的绿色色阻材料的 Mini Cell 透过率变化与 TFT-LCD 周边发粉起始时间

Tab.6 Transmission deviation of Mini Cell and start time of powdering for TFT-LCD with low water absorption and high hardness green color resin

样品	疏水单体/分散剂	高交联树脂	低吸水平坦层	有源层	ΔG_Y	周边发粉/h
S6	√	√	√	a-Si	0.48	>1 000
S97	√	√	√	a-IGZO	0.48	600

6 结 论

通过 8 种不同成分的绿色色阻材料制成的 Mini Cell 与 TFT-LCD 在光照、高温与高湿环境下的透过率与周边发粉测试与分析,确定 TFT-LCD 发粉不良的机理。当绿色色阻材料中使用非金属配合物分子结构的 Y 颜料时,光照环境下,酞菁类 G 颜料容易跃迁至激发态,且无法通过 FRET 将能量转移至 Y 颜料,从而导致 G 激发态与水汽反应形成 G 颜料水合物,使其在波长 600 nm 处增加了 1 个吸收峰,降低绿色色阻材料的透过率,最终引发 TFT-LCD 周边发粉。当产

品边框较窄,以及使用高吸水率的膜层材料时,水汽渗透至有效显示区域的难度降低,不良更容易发生。通过使用高疏水性与硬化度的绿色色阻材料,以及低吸水率的平坦层,可以降低水汽渗透至绿色色阻膜层,避免 G 颜料水合物的形成,从而有效改善 TFT-LCD 发粉不良,实现 a-Si TFT-LCD 产品 THO 运行 1 000 h 以上,a-IGZO TFT-LCD 产品运行 500 h 以上不产生发粉不良。

通过 TFT-LCD 发粉不良改善、机理分析与研究,建立了 TFT-LCD 显色核心的彩色滤光片 RGB 色阻成分管理基准,同时搭建发粉不良的生产线与实验室评价体系,为后续色阻材料开发提供理论指导。

参 考 文 献:

- [1] 徐利燕,喻娟,刘冬,等.光照对 ADS 模式 TFT-LCD Flicker 漂移的影响[J].液晶与显示,2016,31(5):454-459.
XU L Y, YU J, LIU D, *et al.* Illumination influence on the Flicker shift of ADS mode TFT-LCD [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2016, 31(5): 454-459. (in Chinese)
- [2] 汪栋,张思凯,万冀豫,等.TFT-LCD 光致发绿不良改善、机理分析及研究[J].液晶与显示,2019,34(1):1-6.
WANG D, ZHANG S K, WANG J Y, *et al.* Improvement, mechanism analysis and research of TFT-LCD light-caused green Mura [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2019, 34(1): 1-6. (in Chinese)
- [3] 何璇.彩色滤光片用光阻剂的配方及工艺研究[D].北京:北京交通大学,2008.
HE X. The formula of photo resist for color filter and its technology [D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2008. (in Chinese)
- [4] 操彬彬,刘幸一,陈鹏,等.TFT-LCD 四角发黑 Mura 的研究与改善[J].液晶与显示,2020,35(2):122-127.

- CAO B B, LIU X Y, CHEN P, *et al.* Research and improvement of dark corner Mura in TFT-LCD [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2020, 35(2): 122-127. (in Chinese)
- [5] LEE Y S, YU E K H, SHIM D H, *et al.* Oxygen flow effects on electrical properties, stability, and density of states of amorphous In-Ga-Zn-O thin-film transistors [J]. *Japanese Journal of Applied Physics*, 2014, 53(12): 121101.
- [6] 王涛. 新型酞菁化合物的合成与性质研究[D]. 北京: 北京工商大学, 2007.
WANG T. Study on the synthesis and properties of a new phthalocyanine compound [D]. Beijing: Beijing Technology and Business University, 2007. (in Chinese)
- [7] 周春隆, 穆振义. 有机颜料化学及工艺学[M]. 3 版. 北京: 中国石化出版社, 2014.
ZHOU C L, MU Z Y. *Organic Pigment Chemistry and Technology* [M]. 3rd ed. Beijing: China Petrochemical Press, 2014. (in Chinese)
- [8] 俞丽霞. 金属酞菁纳米材料的制备及光/电催化性能[D]. 镇江: 江苏大学, 2009.
YU L X. Preparation and photocatalytic/electrocatalytic properties of metallo phthalocyanine nano-materials [D]. Zhenjiang: Jiangsu University, 2009. (in Chinese).
- [9] 罗艳, 田东亮, 杜锡光, 等. 中心金属对金属酞菁化合物电化学性质的影响[C]//第十四次全国电化学会议论文汇编. 扬州: 扬州大学, 2007: 969-970.
LUO Y, TIAN D L, DU X G, *et al.* Effect of central metals on electrochemical properties of metallo phthalocyanines [C]//*Proceedings of the 14th National electrochemical Conference*. Yangzhou: Yangzhou University, 2007: 969-970.
- [10] 党光, 王振英. 有机颜料分子结构对其性能的影响[J]. 染料工业, 1994, 31(3): 12-14, 5.
DANG G, WANG Z Y. Effect of molecular structure of organic pigment on its properties [J]. *Dyestuffs and Coloration*, 1994, 31(3): 12-14, 5. (in Chinese)
- [11] 修景锐, 胡思怡, 李金华, 等. 基于近红外量子点的荧光共振能量转移生物探针构建及应用[J]. 中国光学, 2018, 11(1): 74-82.
XIU J R, HU S Y, LI J H, *et al.* Construction and application of FRET biological probe based on near infrared InP/ZnS quantum dots [J]. *Chinese Optics*, 2018, 11(1): 74-82. (in Chinese)
- [12] 王明亮, 吴美红, 吴伟兵. 4-四氢喹啉酮的合成及发光性能[J]. 发光学报, 2006, 27(3): 378-382.
WANG M L, WU M H, WU W B. Synthesis and fluorescent property of 4-tetrahydroquinolone [J]. *Chinese Journal of Luminescence*, 2006, 27(3): 378-382. (in Chinese).
- [13] HORIUCHI T, MIURA H, UCHIDA S. Highly-efficient metal-free organic dyes for dye-sensitized solar cells [J]. *Chemical Communications*, 2003(24): 3036-3037.
- [14] 林焱, 曹怡, 张宝文. 激发态猝灭机理的稳态及时间分辨电子自旋共振研究[J]. 感光科学与光化学, 2000, 18(4): 374.
LIN Y, CAO Y, ZHANG B W. Studies on the mechanism of excited states by means of ESR and TR-ESR techniques [J]. *Photographic Science and Photochemistry*, 2000, 18(4): 374. (in Chinese).
- [15] 李双双, 马蕊, 刘芳, 等. 高吸水树脂的质量分数与其附着性能的关系[J]. 应用化学, 2020, 37(1): 40-45.
LI S S, MA R, LIU F, *et al.* Relationship between the concentration of superabsorbent resin and its adhesion properties [J]. *Chinese Journal of Applied Chemistry*, 2020, 37(1): 40-45. (in Chinese).
- [16] 曾娅, 魏雄周, 万彬, 等. 全染料系光刻胶在液晶显示器中的应用[J]. 液晶与显示, 2020, 35(9): 933-937.
ZENG Y, WEI X Z, WAN B, *et al.* Application of all dye blue photoresist in liquid crystal display [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2020, 35(9): 933-937. (in Chinese).

作者简介:



汪 栋(1985—), 男, 安徽桐城人, 硕士, 2010 年于北京科技大学获得硕士学位, 主要从事 TFT-LCD 材料与工艺研究. E-mail: wangdong_dt@boe.com.cn